饲粮中果胶对28～70日龄扬州鹅生长性能、体尺性状、屠宰性能及脏器指数的影响

赵凤至　杨海明　胥　蕾　万晓莉　王志跃*

（扬州大学动物科学与技术学院，扬州 225009）

摘　要：本试验旨在研究饲粮中果胶对28～70日龄扬州鹅生长性能、体尺性状、屠宰性能及脏器指数的影响。选用180只体重相近、健康的28日龄扬州鹅公鹅，随机分为3个组，每组6个重复，每个重复10只鹅。试验Ⅰ组（对照组）饲喂基础饲粮，试验Ⅱ、Ⅲ组分别饲喂添加1.5%和3.0%果胶的试验饲粮。试验期为42 d。结果表明：1）与对照组相比，饲粮中添加1.5%和3.0%果胶显著降低了42、56、70日龄扬州鹅体重（$P<0.05$），显著降低28~70日龄仔鹅的平均日增重（$P<0.05$），显著提高了28~70日龄仔鹅的料重比（$P<0.05$）。2）与对照组相比，饲粮中添加3.0%果胶显著降低了70日龄仔鹅的胸深和胸宽（$P<0.05$）。3）与对照组相比，饲粮中添加1.5%果胶显著降低了70日龄仔鹅的胸肌率（$P<0.05$），饲粮中添加3.0%果胶显著降低了70日龄仔鹅的胸肌率和腹脂率（$P<0.05$）。4）与对照组相比，饲粮中添加3.0%果胶显著提高了70日龄仔鹅的脾脏指数和腺胃指数（$P<0.05$），显著降低了70日龄仔鹅的法氏囊指数和胸腺指数（$P<0.05$）。由此可知，饲粮中果胶对28～70日龄扬州鹅的生长性能、体尺性状、屠宰性能及脏器指数具有不良影响，这提示在生产实践中，对于一些富含果胶的饲料原料，应当注意其使用量。

关键词：果胶；仔鹅；生长性能；体尺性状；屠宰性能；脏器指数

中图分类号：S835　　　　文献标识码：　　　　文章编号：

果胶属于纤维的组成成分，主要位于高等植物的初生细胞壁及细胞间层中，与纤维素、半纤维素、木质素以及一些伸展蛋白共同维持细胞的固有形态，使其结构更加坚硬[1]。生产实践表明，鹅能很好的利用多种牧草、稻谷等粗纤维含量高的饲料，以满足鹅对粗纤维的需求[2-3]。然而，鹅不能分泌降解果胶的酶，饲料中的果胶只能被肠道内的微生物所降解吸收，因此，果胶对于鹅来说是一种抗营养因子。在实际生产中，多种饲料原料中都含有果胶，

收稿日期：2018-01-18

基金项目：国家现代农业产业技术体系（CARS-42-11）；国家公益性行业（农业）科研专项（201303144）；江苏省农业三新工程项目（SXGC[2017]306）

作者简介：赵凤至（1992—），女，江苏如皋人，硕士研究生，从事家禽生产研究。E-mail: 1969447514@qq.com

*通信作者，王志跃，教授，博士生导师，E-mail: dkwzy@263.net

尤其是一些非常规饲料，如苜蓿、蚕沙、甜菜渣等饲料中的果胶含量较高[4-6]。饲料中的果胶进入胃肠道内，与水分子作用能够显著增加食糜黏度，产生抗营养作用，抑制机体对营养物质的消化吸收与代谢，从而阻碍动物的生长发育[7]。张得才[8]在鹅饲粮中添加不同水平的蚕沙（0%、3%、6%、9%、12%），结果表明饲粮中添加适量的蚕沙对仔鹅生长性能、屠宰性能、脏器指数和体格发育无不良影响，当添加量达到 9%~12%时能显著降低仔鹅的体重和胸肌率，影响其体型发育。目前，有关饲粮中果胶对鹅抗营养作用的研究还未见报道。因此，本试验以扬州鹅为试验动物，研究饲粮中果胶对 28～70 日龄仔鹅生长性能、体尺性状、屠宰性能及脏器指数的影响，旨在为今后富含果胶的非常规饲料在鹅生产上的应用提供理论基础及参考依据。

1　材料与方法

1.1　试验材料

试验动物为 28 日龄扬州鹅公鹅，购自扬州天歌鹅业发展有限公司。试验用果胶为苹果果胶，购自烟台安德利果胶股份有限公司，纯度为 99%。果胶为白色或带黄色的细粉，无臭，溶于 20 倍水，形成乳白色黏稠状胶态溶液，呈弱酸性。

1.2　试验设计和饲养管理

选用 180 只体重相近、健康的 28 日龄扬州鹅公鹅，随机分为 3 个组，每组 6 个重复，每个重复 10 只鹅。试验 I 组（对照组）饲喂基础饲粮，试验 II、III组分别饲喂添加 1.5%和 3.0%果胶的试验饲粮。试验期为 42 d。试验地点为扬州大学实验农牧场，时间为 2016 年 9—11 月，正式开展前对鹅舍进行修补、清理、消毒等准备工作。试验鹅采用舍内网上平养，自由采食和饮水，自然光照。日常管理包括打扫圈舍并保持通风良好、观察鹅群的精神状态并记录死亡情况。

饲粮配方主要参照 NRC（1994）标准及本课题组多年的研究成果[9-11]，以玉米、豆粕为基础原料，以稻壳作为主要的纤维来源，试验饲粮组成及营养水平见表 1。

表 1　试验饲粮组成及营养水平（风干基础）

Table 1　Composition and nutrient levels of experimental diets　(air-dry basis)　　%

项目 Items	组别 Groups		
	I	II	III
原料 Ingredients			
玉米 Corn	59.00	59.00	59.00

豆粕 Soybean meal	26.34	26.34	26.34
稻壳 Rice hull	11.00	9.50	8.00
果胶 Pectin		1.50	3.00
DL-蛋氨酸 *DL*-methionine	0.16	0.16	0.16
食盐 NaCl	0.30	0.30	0.30
石粉 Limestone	1.10	1.10	1.10
磷酸氢钙 $CaHPO_4$	1.10	1.10	1.10
预混料 Premix[1)]	1.00	1.00	1.00
合计 Total	100.00	100.00	100.00
营养水平 Nutrient levels[2)]			
代谢能 ME/(MJ/kg)	10.76	10.70	10.64
粗蛋白质 CP	17.13	17.10	17.06
粗纤维 CF	6.92	7.74	8.56
钙 Ca	0.82	0.82	0.82
总磷 TP	0.52	0.52	0.52
赖氨酸 Lys	0.84	0.84	0.84
蛋氨酸 Met	0.40	0.40	0.40

[1)]预混料为每千克饲粮提供 The premix provided the following per kg of diets：VA 1 200 IU，VD 400 IU，VE 1 800 IU，VK 150 mg，VB_1 60 mg，VB_2 600 mg，VB_6 200 mg，VB_{12} 1 mg，烟酸 nicotinic acid 3 g，泛酸 pantothenic acid 900 mg，叶酸 folic acid 50 mg，生物素 biotin 4 mg，胆碱 choline 35 mg，Fe 6 g，Cu 1 g，Mn 9.5 g，Zn (as zinc sulfate) 9 g，I 50 mg，Se 30 mg。

[2)] 营养水平为计算值。Nutrient levels were calculated values.

1.3 测定指标和方法

1.3.1 生长性能

在 42、56、70 日龄 08:00 称取每个重复仔鹅的体重（空腹重）及耗料量，计算每个重复的平均日增重（ADG）、平均日采食量（ADFI）及料重比（F/G）。

1.3.2 体尺性状

70 日龄，从各重复中随机选取 2 只鹅，用于测量体尺指标。体尺指标包括：体斜长、半潜水长、胸深、胸宽、龙骨长、胫骨长和胫围，参照《家禽生产学》[12]进行测定。

1.5.3 屠宰性能

体尺测量后，对试验鹅进行屠宰放血拔毛，称取屠体重、半净膛重、全净膛重、胸肌重、

腿肌重和腹脂重，并计算屠宰率、半净膛率、全净膛率、胸肌率、腿肌率和腹脂率，参照《家禽生产学》[12]进行测定。

1.5.4　脏器指数

屠宰放血后解剖取心脏、肝脏（去胆囊）、脾脏、肌胃（去角质及内容物）、腺胃和法氏囊分别称重，并计算脏器指数。计算公式如下：

脏器指数（%）=100×器官重量（g）/宰前活重（g）。

1.6　数据处理

使用 Excel 2010 软件建立数据库，SPSS 17.0 软件中单因素方差分析（one-way ANOVA）进行统计分析。试验数据采用平均值±标准差表示，显著性检验采用 Duncan 氏多重比较法，以 $P<0.05$ 作差异显著性判断标准。

2　结果与分析

2.1　饲粮中果胶对 28～70 日龄仔鹅生长性能的影响

饲粮中果胶对 28～70 日龄仔鹅生长性能的影响见表 2。由表可知，从 42 日龄开始，试验 II、III组仔鹅的体重显著低于试验 I 组（$P<0.05$），试验 II、III组之间仔鹅的体重无显著差异（$P>0.05$）。试验 I 组 42 日龄仔鹅的体重分别比试验 II、III组提高了 11.31%和 15.04%（$P<0.05$）；试验 I 组 56 日龄仔鹅的体重分别比试验 II、III组提高了 6.20%和 8.81%（$P<0.05$）；试验 I 组 70 日龄仔鹅的体重分别比试验 II、III组提高了 7.49%和 9.01%（$P<0.05$）。这表明饲粮中较高的果胶含量会显著降低仔鹅的体重。

试验 I 组仔鹅的平均日增重显著高于试验 II、III组（$P<0.05$），料重比显著低于试验 II、III组（$P<0.05$）；3 个试验组之间仔鹅的平均日采食量无显著差异（$P>0.05$）。试验 I 组仔鹅的平均日增重分别比试验 II、III组提高了 11.34%和 13.94%（$P<0.05$），试验 II 组和试验III组之间无显著差异（$P>0.05$）。试验 I 组仔鹅的料重比分别比试验 II、III组降低了 10.80%和 12.22%（$P<0.05$），试验 II 组和试验III组之间无显著差异（$P>0.05$）。这表明饲粮中较高的果胶含量会影响 28～70 日龄仔鹅的平均日增重和料重比，阻碍其生长发育。

表 2　饲粮中果胶对 28～70 日龄仔鹅生长性能的影响

Table 2　Effects of dietary pectin on growth performance of geese at 28 to 70 days of age

日龄 Days of age	项目 Items	组别 Groups		
		I	II	III
28	体重 Body weight/g	1 073.50±14.67	1 071.33±15.12	1 068.83±14.44
42	体重 Body weight/g	1 885.80±123.63[a]	1 694.20±121.22[b]	1 639.20±108.05[b]

56	体重 Body weight/g	2 921.10±133.29[a]	2 750.60±81.20[b]	2 684.60±100.02[b]
70	体重 Body weight/g	3 267.84±138.37[a]	3 040.00±101.71[b]	2 997.80±88.65[b]
	平均日采食量 ADFI/(g/d)	202.69±13.10	203.88±15.34	202.84±13.31
28~70	平均日增重 ADG/(g/d)	52.22±3.17[a]	46.90±2.56[b]	45.83±2.04[b]
	料重比 F/G	3.88±0.18[b]	4.35±0.35[a]	4.42±0.16[a]

同行数据肩标不同小写字母表示差异显著（*P*<0.05），相同或无字母表示差异不显著（*P*>0.05）。下表同。

In the same row, values with different small letter superscripts mean significant difference (*P*<0.05), while with the same or no letter superscripts mean no significant difference (*P*>0.05). The same as below.

2.2 饲粮中果胶对 70 日龄仔鹅体尺性状的影响

饲粮中果胶对 70 日龄仔鹅体尺性状的影响见表 3。由表可知，试验Ⅰ组仔鹅的胸深和胸宽显著高于试验Ⅲ组（*P*<0.05）；3 个试验组之间仔鹅的体斜长、半潜水长、龙骨长、胫骨长和胫围无显著差异(*P*>0.05)，但总体而言，试验Ⅰ组的各项指标略高于试验Ⅱ、Ⅲ组。试验Ⅰ组仔鹅的胸深和胸宽分别比试验Ⅲ组提高了 7.96%和 8.12%（*P*<0.05），试验Ⅱ组与试验Ⅰ、Ⅲ组之间无显著差异(*P*>0.05)。这表明果胶会对仔鹅骨骼的发育造成不良影响，主要表现在其胸骨的发育上。

表 3　饲粮中果胶对 70 日龄仔鹅体尺性状的影响

Table 3　Effects of dietary pectin on body measurement traits of geese at 70 days of age　　cm

项目 Items	组别 Groups		
	I	II	III
体斜长 Body length	32.50±1.38	33.08±1.80	32.67±0.82
半潜水长 Half-diving depth	66.17±4.49	65.00±1.26	65.83±1.17
胸深 Breast depth	10.17±0.41[a]	10.00±0.55[ab]	9.42±0.74[b]
胸宽 Breast width	8.92±0.38[a]	8.67±0.41[ab]	8.25±0.61[b]
龙骨长 Keel length	16.92±1.28	16.08±0.20	15.67±1.63
胫骨长 Shank length	10.73±0.21	10.68±0.29	10.53±0.38
胫围 Shank circumference	5.42±0.21	5.32±0.35	5.28±0.13

2.3　饲粮中果胶对 70 日龄仔鹅屠宰性能的影响

饲粮中果胶对 70 日龄仔鹅屠宰性能的影响见表 4。由表可知，试验 I 组仔鹅的胸肌率显著高于试验 II 、III组（P<0.05），试验 I 、II 组仔鹅的腹脂率显著高于试验III组（P<0.05）；3 个试验组之间仔鹅的屠宰率、半净膛率、全净膛率、腿肌率无显著差异（P>0.05），但总体而言，试验 I 组的各项指标略高于试验 II 、III组。试验 I 组仔鹅的胸肌率分别比试验 II 、III 组提高了 16.85%和 28.98%（P<0.05），试验 II 组和试验III组之间无显著差异（P>0.05）。这表明果胶会抑制仔鹅胸肌的生长发育，且本试验条件下，当饲粮中果胶含量达到 3.0%时，会显著减少脂肪在腹部的沉积。

表 4　饲粮中果胶对 70 日龄仔鹅屠宰性能的影响

Table 4　Effects of dietary pectin on slaughter performance of geese at 70 days of age　　%

项目 Items	组别 Groups		
	I	II	III
屠宰率 Dressing percentage	85.80±2.37	85.11±1.87	83.98±1.83
半净膛率 Percentage of half-eviscerated yield	79.43±2.30	78.51±1.40	77.56±1.75
全净膛率 Percentage of eviscerated yield	71.06±2.19	69.95±1.65	69.38±2.15
胸肌率 Percentage of breast muscle	9.57±0.50[a]	8.19±0.20[b]	7.42±0.35[b]
腿肌率 Percentage of leg muscle	15.72±0.53	15.61±0.65	16.01±0.37
腹脂率 Percentage of abdominal fat	2.32±0.40[a]	2.50±0.30[a]	1.24±0.19[b]

2.4　饲粮中果胶对 70 日龄仔鹅脏器指数的影响

饲粮中果胶对 70 日龄仔鹅脏器指数的影响见表 5。由表可知，3 个试验组之间仔鹅的心脏指数、肝脏指数、肌胃指数无显著差异（$P>0.05$）。试验Ⅰ、Ⅱ组仔鹅的脾脏指数分别比试验III组降低了 27.27%、18.18%（$P<0.05$），腺胃指数分别比试验III组降低了 22.86%、25.71%（$P<0.05$），胸腺指数分别比试验III组提高了 41.67%、33.33%（$P<0.05$），试验Ⅰ组与试验Ⅱ组之间无显著差异（$P>0.05$）。试验Ⅰ组仔鹅的法氏囊指数分别比试验Ⅱ、III组提高了 100.00%、33.33%（$P<0.05$），试验Ⅱ组与试验III组之间无显著差异（$P>0.05$）。这表明饲粮中较高的果胶含量能够影响仔鹅内脏器官的生长发育。

表 5　饲粮中果胶对 70 日龄仔鹅脏器指数的影响

Table 5　Effects of dietary pectin on viscera indices of geese at 70 days of age　　%

项目 Items	组别 Groups		
	I	II	III
心脏指数 Heart index	0.66±0.06	0.72±0.06	0.73±0.03
肝脏指数 Liver index	1.72±0.14	1.80±0.12	1.81±0.10
脾脏指数 Spleen index	0.08±0.00[b]	0.09±0.00[b]	0.11±0.01[a]

法氏囊指数 Bursa of Fabricius index	0.04±0.00[a]	0.02±0.00[b]	0.03±0.00[b]
肌胃指数 Gizzard index	2.95±0.04	3.06±0.08	3.22±0.16
腺胃指数 Proventriculus index	0.27±0.02[b]	0.26±0.01[b]	0.35±0.02[a]
胸腺指数 Thymus index	0.17±0.01[a]	0.16±0.00[a]	0.12±0.02[b]

3 讨 论

3.1 饲粮中果胶对 29~70 日龄仔鹅生长性能的影响

果胶具有持水性、凝胶性、可发酵性等特性，遇水变成黏胶状，在胃肠道内阻碍了营养物质和消化酶接触，不利于营养物质的消化利用与吸收，因此果胶对家禽来说属于一种抗营养因子[13]。Yu 等[14]研究表明，饲粮中果胶含量太高会降低糖类及蛋白质等营养物质的利用率，从而对肉鸡的生长发育造成不良影响。目前，关于果胶对鹅生长性能影响的研究尚未见报道，更多的是研究饲粮中添加果胶酶对鹅生长性能的影响。黄正旺等[15]研究发现，饲粮中添加 10 000 IU 果胶酶能够提高 21~56 日龄扬州鹅的平均日增重，降低料重比，但对平均日采食量无显著影响。毛倩倩[16]研究发现，饲粮中添加 10 000 U/kg 果胶酶显著提高了 1~4 周龄五龙鹅的平均日采食量，显著降低了 5~16 周龄五龙鹅的料重比，而饲粮中添加 10 000 U/kg 果胶酶和 40 000 U/kg 纤维素酶能有效提高 1~16 周龄五龙鹅的平均日增重，降低平均日采食量和料重比。这些研究表明，在鹅饲粮中添加适量的果胶酶能够促进植物中果胶的分解，提高鹅对高纤维饲粮的利用，有利于鹅的生长发育，这就间接证明了果胶对鹅的抗营养作用。本试验结果表明，饲粮中较高的果胶含量能够显著降低 29~70 日龄仔鹅的体重和平均日增重，提高料重比，对平均日采食量无显著影响。这可能是因为果胶具有凝胶性和持水性[4]，进入胃肠道内与水分子作用，增加了食糜黏度，从而抑制仔鹅对营养物质的消化吸收，不利于仔鹅的生长发育。

3.2 饲粮中果胶对 70 日龄仔鹅体尺性状的影响

体尺性状是畜禽育种过程中较为重要的表型性状，能够直观反映动物的骨骼发育是否良好，通过活体测定，操作简单，结果准确可靠。大量研究结果表明，动物的体尺性状与生长性能和屠宰性能存在一定的相关关系，利用其相关性可以实现通过活体测定动物的体尺性状从而预测屠宰性能的目的[17-19]。张丽萍等[20]测定了 91 日龄四明香鸡公鸡和 119 日龄四明香鸡母鸡的体重和体尺性状指标，并进行主成分分析，发现公鸡体重与体斜长、龙骨长、胸宽、胸深、盆骨宽极显著相关，母鸡体重与体斜长、胫长、胫围极显著相关，与胸宽、胸深

显著相关。赵振华等[21]对优质肉鸡父系（D 系）和母系（S_3 系）的体尺性状和屠宰性状进行典型相关性分析，发现 D 系体尺性状与屠宰性状间的相关主要由胸宽、体斜长和胸肌率引起，S_3 系体尺性状与屠宰性状间的相关主要由胸深、胫围和腿肌率引起，表明通过不同体尺性状的选择可实现其屠宰性状的间接选择。本试验结果表明，饲粮中添加果胶能够显著降低 70 日龄仔鹅的胸深和胸宽，对其他体尺性状指标无显著影响，但饲粮中添加果胶组仔鹅的各项指标均略低于对照组，对照生长性能和屠宰性能指标，发现饲粮中较高的果胶含量同样显著降低了 70 日龄仔鹅的体重和胸肌率。这表明饲粮中较高的果胶含量在一定程度上会影响仔鹅的骨骼发育，且仔鹅的体重、屠宰性能与体尺性状存在一定的相关性。

3.3 饲粮中果胶对 70 日龄仔鹅屠宰性能的影响

屠宰性能是评定肉用畜禽产肉能力的一项重要指标，它不仅直观反映了不同组织或部位占总体的百分比，还反映出营养物质在各个组织部位中沉积量的差异。肉用畜禽的屠体肌肉主要分布在胸部和腿部，因而胸肌、腿肌的产量和质量是影响畜禽产肉性能的关键因素[22]。腹部是家禽积蓄脂肪、储存能量的主要部位，鸡的腹脂约占总体脂的 22%，腹脂沉积量的多少主要受饲粮中蛋白质、能量、氨基酸、纤维物质等营养素的影响[23-25]。饲粮中的果胶通常与纤维素、半纤维素和木质素同时存在，并对纤维素、半纤维素形成包裹黏连作用，成为动物吸收利用高等植物中营养物质的第 1 道物理屏障，阻碍消化酶与底物反应，从而影响机体对蛋白质、脂肪等营养物质的消化吸收与利用。吴韬[26]研究果胶和木聚糖对中华鳌蟹生长性能和消化生理的影响，发现果胶能显著降低中华鳌蟹对干物质、蛋白质和脂肪的表观消化率。谭翔文[27]研究在饲粮中添加 8%的可溶性果胶对生长猪消化代谢和血糖、血氨的影响，发现果胶能极显著降低能量表观消化率和代谢率，同时显著降低了氮表观消化率。本试验结果表明，饲粮中较高的果胶含量显著降低了仔鹅的胸肌率和腹脂率，这可能是因为果胶进入胃肠道内，阻碍了消化酶与蛋白质、脂类等营养物质的接触，从而影响仔鹅对蛋白质及脂类物质的消化吸收与利用，最终影响其在胸肌和腹部中的沉积量。

3.4 饲粮中果胶对 70 日龄仔鹅脏器指数的影响

脏器指数是器官重量与宰前活重的比值，从一定程度上反映了内脏器官生长发育的情况，而内脏器官的正常发育是营养物质在肌肉、骨骼等器官中有效沉积的基本保证，能够有效反映出机体现阶段的生理功能状况和生长发育情况，主要受不同品种、性别、饲料等因素的影响。脾脏、法氏囊和胸腺是禽类的主要免疫器官，也是抵御外来侵害的屏障，对禽类的生长发育具有重要意义，一般禽类的许多传染病都会侵害这 3 种免疫器官，使其萎缩或肿大，

导致机体免疫性能下降[28-29]。肌胃和腺胃是禽类的消化器官，有暂时储存食物并对食物进行初步消化的作用，腺胃较小分泌胃液，肌胃较大负责储存和磨碎食物。本试验结果表明，饲粮中较高的果胶含量能提高仔鹅的脾脏指数、肌胃指数和腺胃指数，降低仔鹅的法氏囊指数和胸腺指数，即果胶从一定程度上能够促进胃的生长发育，但对免疫器官会造成不良影响，具体原因有待进一步研究。

4 结　论

饲粮中较高的果胶含量能够降低仔鹅的生长性能和屠宰性能，对骨骼发育和免疫器官造成不良影响。在生产实践中，对于一些富含果胶的饲料原料，应当注意其使用量。

参考文献：

[1] PÉREZ S,MAZEAU K,DU PENHOAT C H.The three-dimensional structures of the pectic polysaccharides[J].Plant Physiology and Biochemistry,2000,38(1/2):37–55.

[2] 李文增.不同稻谷、稻壳形态日粮对仔鹅生长性能和消化道发育的影响[D].硕士学位论文.扬州:扬州大学,2010.

[3] 周秀丽.日粮中苜蓿、黑麦草和小麦麸含量对仔鹅生产性能及消化生理影响的研究[D].硕士学位论文.扬州:扬州大学,2004.

[4] MULLEN C A,BOATENG A A,GOLDBERG N M,et al.Bio-oil and bio-char production from corn cobs and stover by fast pyrolysis[J].Biomass and Bioenergy,2010,34(1):67–74.

[5] 郭艳丽,郝正里,曹致中,等.不同生育期和不同品种苜蓿的果胶含量及与其他营养素的相互关系[J].草业学报,2006,15(2):74–78.

[6] VOELKER J A,ALLEN M S.Pelleted beet pulp substituted for high-moisture corn:3.Effects on ruminal fermentation,pH,and microbial protein efficiency in lactating dairy cows[J].Journal of Dairy Science,2003,86(11):3562–3570.

[7] 郭艳丽,李发弟,郝正里.果胶在动物营养中的研究进展[J].中国畜牧兽医,2006,33(1):10–12.

[8] 张得才.蚕沙的营养价值评定及其在仔鹅饲粮中的应用研究[D].硕士学位论文.扬州:扬州大学,2015.

[9] NRC.Nutrient Requirements of Poultry[M].9th ed.Washington,D.C.:National Academy Press,1994.

[10] 施寿荣.5–10 周龄扬州鹅能量和蛋白质需要量的研究[D].硕士学位论文.扬州:扬州大

学,2007.

[11] 张亚俊.纤维水平对仔鹅生产性能、消化道发育及养分利用的影响[D].硕士学位论文.扬州:扬州大学,2008.

[12] 杨宁.家禽生产学[M].2 版.北京:中国农业出版社,2010:286–288.

[13] LANGHOUT D J,SCHUTTE J B,VAN LEEUWEN P,et al.Effect of dietary high- and low-methylated citrus pectin on the activity of the ileal microflora and morphology of the small intestinal wall of broiler chicks[J].British Poultry Science,1999,40(3):340–347.

[14] YU B,TSAI C C,HSU J C,et al.Effect of different sources of dietary fibre on growth performance,intestinal morphology and caecal carbohydrases of domestic geese[J].British Poultry Science,1998,39(4):560–567.

[15] 黄正旺,吴诗樵,孔令武,等.不同酶制剂对扬州鹅生长性能和屠宰性能的影响[J].中国家禽,2017,39(5):63–65.

[16] 毛倩倩.高纤维饲粮中添加果胶酶和纤维素酶对五龙鹅生长性能、养分利用率及生化指标的影响[D].硕士学位论文.青岛:青岛农业大学,2014.

[17] 张力,江宵兵,王长康.福建闽清毛脚鸡体尺性状与屠体性状的典型相关分析[J].西北农林科技大学学报（自然科学版）,2010,38(2):8–12.

[18] 强巴央宗,李齐发,翟明霞,等.西藏不同产区藏鸡体重和体尺性状的测定与分析[J].西北农林科技大学学报（自然科学版）,2007,35(6):39–43.

[19] YANG Y,WANG J Y,XIE K Z,et al.Canonical correlation analysis of body weight,body measurement and carcass characters of *Jinghai* yellow chicken[J].Chinese Journal of Animal Science,2007,43(17):5–8.

[20]张丽萍,卢立志,沈军达,等.四明香鸡体重和体尺性状指标的主成分分析[J].浙江农业学报,2014,26(6):1457–1461.

[21] 赵振华,黎寿丰,黄华云,等.2 个品系肉鸡体尺性状和屠宰性状的典型相关分析[J].福建农林大学学报（自然科学版）,2012,41(2):166–169.

[22] 程郁昕,龚争.活体估测 AA 肉鸡胸肌、腿肌重的探讨[J].中国家禽,2016,38(6):68–69.

[23] 陈明君,彭祥伟,李琴.能量和粗蛋白质水平对 4～8 周龄四川白鹅屠宰性能的影响研究[J].中国家禽,2014,36(19):25–29.

[24] 范守城,邹建,彭祥伟.不同蛋氨酸水平对 5~10 周龄四川白鹅生产性能的影响研究[J].黑龙

江畜牧兽医,2014(7):96–99.

[25] 吴超.日粮纤维对不同品种鹅脂肪代谢和 LPL 基因 mRNA 表达量的影响[D].硕士学位论文.长春:吉林农业大学,2014.

[26] 吴韬.不同水溶性果胶和木聚糖对中华绒螯蟹(*Eriocheir sinensis*)生长、消化生理和肠道菌群的影响[D].硕士学位论文.苏州:苏州大学,2015.

[27] 谭翔文.果胶对生长猪消化代谢和血糖、血氨的影响[D].硕士学位论文.长沙:湖南农业大学,2002.

[28] 元艳.Ghrelin 在天府肉鸭免疫器官内动态表达的研究[D].硕士学位论文.雅安:四川农业大学,2012.

[29] 马仲华.家畜解剖学及组织胚胎学[M].3 版.北京:中国农业出版社,2002:276–277.

Effects of Dietary Pectin on Growth Performance, Body Measurement Traits, Slaughter Performance and Viscera Indices of *Yangzhou* Geese at 28 to 70 Days of Age

ZHAO Fengzhi　YANG Haiming　XU Lei　WAN Xiaoli　WANG Zhiyue*

(*College of Animal Science and Technology, Yangzhou University, Yangzhou* 225009*, China*)

Abstract: This experiment was conducted to study the effects of dietary pectin on growth performance, body measurement traits, slaughter performance and viscera indices of *Yangzhou* geese at 28 to 70 days of age. One hundred and eighty 28-day-old healthy male *Yangzhou* geese with similar body weight were randomly divided into 3 groups with 6 replicates per group and 10 geese per replicate. Geese in group Ⅰ (control group) were fed a basal diet, and the other geese in the experimental groups Ⅱ and Ⅲ were fed experimental diets supplemented with 1.5% and 3.0% pectin, respectively. The experiment lasted for 42 days. The results showed as follows: 1) compared with the control group, diets supplemented with 1.5% and 3.0% pectin significantly decreased the body weight of geese at 42, 56 and 70 days of age (P<0.05), and significantly decreased average daily gain of geese at 28 to 70 days of age (P<0.05), but significantly increased the ratio of feed to gain of geese at 28 to 70 days of age (P<0.05). 2) Compared with the control group, diets supplemented with 3.0% pectin significantly decreased the breast depth and breast width of geese at 70 days of age (P<0.05). 3) Compared with the control group, diets supplemented with 1.5% pectin significantly decreased the percentage of breast muscle of geese at

70 days of age (P<0.05), diets supplemented with 3.0% pectin significantly decreased the percentage of breast muscle and percentage of abdominal fat of geese at 70 days of age (P<0.05). 4) Compared with the control group, diets supplemented with 3.0% pectin significantly increased spleen index and proventriculus index of geese at 70 days of age (P<0.05), and significantly decreased the bursa of Fabricius index and thymus index of geese at 70 days of age (P<0.05). These results showed that dietary pectin have negative effects on growth performance, body measurement traits, slaughter performance and viscera indices of *Yangzhou* geese at 28 to 70 days of age, which suggested that the feeds rich in pectin should be taken seriously in the production practice of geese.

Key words: pectin; geese; growth performance; body measurement traits; slaughter performance; viscera indices

---

*Corresponding author, professor, E-mail: dkwzy@263.net （责任编辑　武海龙）